

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 13 MAY 2003  
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 10 458.1

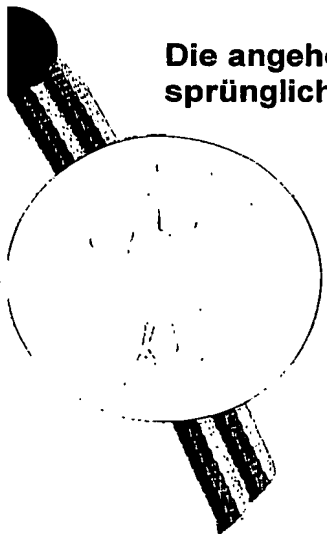
**Anmeldetag:** 9. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Wärmetauscher

**IPC:** F 28 F 3/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**



München, den 19. März 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wallner

---

BEHR GmbH & Co.  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

5

### Wärmetauscher

10

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

15

Ein derartiger Wärmetauscher ist beispielsweise aus der DE 198 13 989 A1 bekannt. Dieser Wärmetauscher kann beispielsweise als Kondensator einer Klimaanlage für Kraftfahrzeuge ausgebildet sein. Alternativ kann der Wärmetauscher beispielsweise als Kühlmittel-Kühler ausgebildet sein, der zur Kühlung von Kühlmittel eines Kühlmittel-Kreislaufs in einem Kraftfahrzeug dient.

20

Der Wärmetauscher weist eine Anzahl nebeneinander angeordneter, parallel zueinander verlaufender Flachrohre, d.h. Rohre, deren Querschnitt im Wesentlichen rechteckig ist, auf. In diesen Flachrohren fließt ein erstes Fluid, z.B. ein Kühlmittel im Fall eines Kühlmittel-Kühlers oder ein zu kondensierendes gasförmiges Kältemittel im Fall eines Kondensators einer Klimaanlage. Die Flachrohre sind an Sammelleitungen oder Sammelrohre angeschlossen und der Strömung eines zweiten Fluids, z.B. Umgebungsluft, ausgesetzt, um einen Wärmeübergang zwischen den Fluiden zu bewirken. Zwischen den einzelnen, voneinander beabstandeten Flachrohren sind Strömungswege für das zweite Fluid ausgebildet.

25  
30

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung zwischen den Fluiden sind zwischen den Flachrohren an diesen befestigte Kühlrippen angeordnet. Die

Oberflächen der Kühlflächen liegen bei dem aus der DE 198 13 989 A1 bekannten Wärmetauscher im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids. Dadurch wird dem zweiten Fluid ein erheblicher Strömungswiderstand entgegengesetzt. Durch die Ausbildung der Kühlrippen als Strömungshindernisse soll die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Fluids gezielt reduziert werden. Hierdurch erhöht sich einerseits die Verweilzeit des zweiten Fluids bei der Durchströmung des Wärmetauschers, d.h. die Zeit, in der das zweite Fluid Wärme vom ersten Fluid aufnehmen bzw. an dieses übertragen kann. Andererseits ist durch die geringe Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Fluids jedoch die zwischen dem ersten und dem zweiten Fluid übertragbare Wärmemenge, d.h. die Wärmetauscherleistung, begrenzt.

Ein weiterer Wärmetauscher mit Kühlrippen ist beispielsweise aus der US 4,676,304 bekannt. Bei diesem Wärmetauscher liegen die Kühlrippen im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids (hier: Luft). Trotz Ausbildung strömungsleitender Lamellen an den einzelnen Kühlrippen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass Teile des den Wärmetauscher durchströmenden zweiten Fluids zwischen benachbarten Kühlrippen hindurchströmen, ohne relevante Energiemengen von diesen aufzunehmen bzw. an diese abzugeben. Dieses Problem ist insbesondere dann bedeutend, wenn der Wärmetauscher in Strömungsrichtung des zweiten Fluids geringe Abmessungen hat. In diesem Fall bewirkt ein hoher Massendurchsatz des zweiten Fluids nicht notwendigerweise eine hohe Wärmeübertragungsleistung. Der zur Verfügung stehende Temperaturunterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Fluid wird nur zu einem relativ geringen Teil genutzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher mit Flachrohren, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit Kühlrippen anzugeben, die be-

sonders strömungsgünstig gestaltet sind und zugleich eine hohe Wärmeübertragungsleistung gewährleisten.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Hierbei weist der Wärmetauscher von einem ersten Fluid durchströmbare Flachrohre auf, die außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind und im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids derart parallel zueinander angeordnet sind, dass für das zweite Fluid Strömungswege ausgebildet sind, in denen Kühlrippen  
10 angeordnet sind, die sich jeweils zwischen benachbarten Flachrohren erstrecken. Die Kühlrippen sind hierbei als Wellrippen ausgebildet, wobei in Strömungsrichtung des zweiten Fluids mehrere Wellrippen hintereinander angeordnet sind und diese seitlich, d.h. in Strömungsrichtung des ersten Fluids, zueinander versetzt sind. Durch die Versetzung hintereinander angeordneter Wellrippen wird ein sehr hoher Anteil des den Wärmetauscher  
15 durchströmenden zweiten Fluids zur Wärmeübertragung genutzt.

Eine strömungsgünstige Gestaltung der Wellrippen ist bevorzugt dadurch erreicht, dass deren Oberflächen im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids liegen, d.h. die Flächennormalen der Wellrippen  
20 im Wesentlichen einen rechten Winkel mit der Strömungsrichtung des zweiten Fluids einschließen. Trotz dieser strömungsgünstigen Ausbildung der Wellrippen ist durch den seitlichen Versatz hintereinander angeordneter Wellrippen sichergestellt, dass höchstens ein unbedeutender Anteil des  
25 zweiten Fluids ungenutzt, d.h. ohne nennenswerte Wärmeübertragung, zwischen den Flachrohren hindurchströmt.

Vorzugsweise sind zwei oder drei oder auch mehr gleichartig geformte Wellrippen versetzt zueinander hintereinander angeordnet. Dabei kann die Anzahl der Wellrippen, die in Strömungsrichtung des zweiten Fluids betrachtet  
30 hintereinander angeordnet sind, von der Tiefe des Wärmetauschers

und/oder der Tiefe der Wellrippen gewählt werden. Dabei können bei einer Bautiefe von ca. 12 mm beispielsweise zwei Reihen oder mehr Verwendung finden, bei einer Bautiefe bis ca. 18 mm können beispielsweise 2 oder 3 oder mehr Reihen Verwendung finden, bei einer Bautiefe bis ca. 24 mm können  
5 beispielsweise 2, 3 oder 4 oder mehr Reihen Verwendung finden, bei einer Bautiefe bis ca. 30 mm können beispielsweise 2, 3, 4 oder 5 oder mehr Reihen Verwendung finden.

10 Um eine hohe Wärmeübertragungsleistung zu gewährleisten, sind die einzelnen Wellrippen vorzugsweise direkt aneinander grenzend, d.h. ohne Abstand in Strömungsrichtung des zweiten Fluids, angeordnet. Hierdurch ist eine große Wärmetauscherfläche gegeben. Alternativ hierzu kann, um den Strömungswiderstand zu reduzieren, eine beabstandete Anordnung der in diesem Fall schmalen Wellrippen vorgesehen sein.

15 Nach einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die Wellrippen Kiemen zur Lenkung des zweiten Fluids auf. Hierdurch ist eine verbesserte Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Wellrippen sichergestellt. Bevorzugt sind alle Kiemen eines zwischen zwei Flachrohren eingeschlossenen  
20 Rippenabschnitts einer Wellrippe in der gleichen Richtung gegenüber der Strömungsrichtung des zweiten Fluids schräg gestellt. Indem auf die Ausformung von Kiemen entgegengesetzter Richtung innerhalb eines Rippenabschnitts verzichtet wird, wird vermieden, dass – in Strömungsrichtung betrachtet – nach dem Wechsel der Schrägstellung der Kiemen die Strömung  
25 nur unzureichend am Rippenabschnitt anliegt. Diese Gefahr eines nicht vollständigen Anliegens der Strömung des zweiten Fluids an einzelnen Kiemen wäre insbesondere dann gegeben, wenn zwischen Kiemen entgegengesetzter Schrägstellung innerhalb eines Rippenabschnitts ein Steg vorhanden wäre. Dagegen hat die gleichartige Schrägstellung der Kiemen innerhalb eines  
30 Rippenabschnitts zusätzlich den Vorteil, dass damit die Strömung gezielt auf einen gegebenenfalls in Strömungsrichtung weiter hinten liegenden Rippen-

abschnitt lenkbar ist. Die Kiemen versetzt hintereinander angeordneter Rippenabschnitte sind vorzugsweise ebenfalls gleichsinnig schräg gestellt. Damit wird jeder Teil des den Wärmetauscher durchströmenden zweiten Fluids gezielt auf einen Rippenabschnitt gelenkt. An jeder Rippe bildet sich hierbei  
5 eine so genannte Anlaufströmung aus. Dabei ist in der Grenzschicht an der Oberfläche der Kieme ein hoher Temperaturgradient und damit eine hohe Wärmeübertragungsleistung gegeben.

1.0 Eine gleichmäßige Abdeckung des vom zweiten Fluid durchströmten Strömungsquerschnitts ist bevorzugt dadurch erreicht, dass versetzt hintereinander angeordnete Rippenabschnitte parallel zueinander verlaufen. Hierbei stehen die einzelnen Rippenabschnitte vorzugsweise senkrecht auf den Flachrohren. Alternativ können die Wellrippen beispielsweise auch eine abgerundete oder eine dreieckige Form aufweisen.

1.5 In fertigungstechnisch vorteilhafter Weise sind mehrere hintereinander angeordnete Wellrippen vorzugsweise aus einem gemeinsamen Band gebildet. Die Wellrippen einschließlich der Kiemen sind insbesondere durch Walzen aus einem Metallband herstellbar.

2.0 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen jeweils in perspektivischer Darstellung:

2.5 Fig. 1a,1b einen Wärmetauscher mit zwei versetzt hintereinander angeordneten Wellrippen als Kühlrippen zwischen jeweils zwei benachbarten Flachrohren,

Fig. 2a,2b einen Wärmetauscher mit drei versetzt hintereinander angeordneten Wellrippen als Kühlrippen zwischen jeweils zwei benachbarten Flachrohren,

3.0 Fig. 3 zwei aus einem einzigen Band gebildete Wellrippen, und

Fig. 4 drei aus einem einzigen Band gebildete Wellrippen.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

5 Die Fig. 1a,1b und 2a,2b zeigen ausschnittsweise einen Wärmetauscher 1 mit parallel zueinander angeordneten Flachrohren 2, die von einem ersten Fluid FL1 in einer ersten Strömungsrichtung S1 durchströmt sind. Die Flachrohre 2 sind mit Strömungselementen 2a ausgerüstet und an (nicht dargestellte) Sammelleitungen oder Sammelrohre angeschlossen. Das Fluid  
10 FL1 ist beispielsweise eine Kühlflüssigkeit oder ein im Wärmetauscher 1 kondensierendes Kältemittel.

Zwischen zwei jeweils benachbarten Flachrohren 2 sind zwei (Fig. 1a, 1b) bzw. drei (Fig. 2a,2b) Wellrippen 3 als Kühlrippen angeordnet. Ausführungsformen mit einer höheren Anzahl an Wellrippen 3 sind ebenfalls realisierbar. Die Wellrippen 3 sind mäanderförmig aus einem Blech gebogen,  
15 wobei sich jeweils ein an einem Flachrohr 2 anliegender Rippenabschnitt 4a mit einem zwei benachbarte Flachrohre 2 verbindenden Rippenabschnitt 4b abwechselt. Die an den Flachrohren 2 anliegenden Rippenabschnitte 4a sind mit den Flachrohren 2 wärmeleitend verbunden, insbesondere verlötet. Die  
20 zwei benachbarte Flachrohre 2 verbindenden Rippenabschnitte 4b stehen senkrecht auf den Flachrohren 2 und bilden Strömungswege für ein zweites Fluid FL2, beispielsweise Luft, das den Wärmetauscher 1 in Strömungsrichtung S2 durchströmt. Das zweite Fluid FL2 strömt im Wesentlichen parallel zur Oberfläche 5 der Wellrippen 3, d.h. das zweite Fluid FL2 trifft beim Einströmen in den Wärmetauscher 1 zunächst nur auf die schmalen Stirnflächen 6 der Wellrippen 3. Das zweite Fluid FL2 kann dadurch den Wärmetauscher 1 mit hoher Geschwindigkeit und entsprechend hohem Massendurchsatz durchströmen.

Aus den Rippenabschnitten 4b heraus sind, wie insbesondere aus den Fig. 3, 4 hervorgeht, Kiemen 7 geformt, die sich quer zur Strömungsrichtung S2 des zweiten Fluids FL2 sowie quer zur Strömungsrichtung S1 des ersten Fluids FL1 erstrecken. Die Kiemen 7 innerhalb eines Rippenabschnitts 4b bewirken zum einen eine besonders gute Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid FL2 und diesem Rippenabschnitt 4b, zum anderen eine gezielte Leitung des zweiten Fluids FL2 zum in Strömungsrichtung S2 schräg dahinter angeordneten Rippenabschnitt 4b. Auf diese Weise wird der den Wärmetauscher 1 durchströmende Massenstrom des zweiten Fluids FL2 praktisch vollständig unter hoher Ausnutzung des Temperaturunterschiedes zwischen dem ersten Fluid FL1 und dem zweiten Fluid FL2 zur Wärmeübertragung genutzt.

Zwei zwischen zwei Flachrohren 2 hintereinander angeordnete Wellrippen 3 sind vorzugsweise um eine halbe Breite  $b$  zwischen benachbarten Rippenabschnitten 4b gegeneinander versetzt. Im Fall von drei hintereinander angeordneten Wellrippen 3, wie in den Fig. 2 und 4 dargestellt, ist alternativ auch ein Versatz von  $b/3$  vorzugsweise wählbar. Der Versatz kann aber auch davon abweichen und kann ein anderes Maß betragen.

Zwei bzw. drei benachbarte Wellrippen 3, die sich über die Tiefe  $T$  des Wärmetauschers 1 erstrecken, sind durch Walzen aus einem Band 8 erzeugt. Beim Walzen wird das Band 8 im Bereich des jeweiligen Versatzes zwischen den zwei (Fig. 1a,1b, Fig. 3) bzw. drei (Fig. 2a,2b, Fig. 4) Wellrippen 3 geschnitten sowie die Kiemen 7 in die Wellrippen 3 geschnitten. Ein einfacher (Fig. 1a,1b, Fig. 3) bzw. doppelter (Fig. 2a,2b, Fig. 4) Versatz der Wellrippen 3 ist alternativ dazu herstellbar, indem zwei bzw. drei gleichartige separate Wellrippen 3 mit dem Versatz  $b/2$  zwischen benachbarten Flachrohren 2 angeordnet werden.



Die an den Flachrohren 2 anliegenden Rippenabschnitte 4a der Wellrippen 3 weisen keine Kiemen auf. In diesem Bereich bildet sich daher eher eine lamina-  
5 re Strömung des Fluids FL2 aus, als in den mit Kiemen 7 versehenen Rippenabschnitten 4b, die benachbarte Flachrohre 2 verbinden. Die lamina-  
re Strömung führt einer Grenzschicht in der mit zunehmender Lauflänge der Temperaturgradient sich reduziert. Dieser Effekt ist jedoch auf ein unbedeu-  
tendes Maß begrenzt, indem die sich zwischen zwei benachbarten Rippen-  
10 abschnitten 4b einer Wellrippe 3 ausbildende Strömung des zweiten Fluids FL2 bereits nach der kurzen Wegstrecke  $T/2$  (Fig. 1a,1b, Fig. 3) bzw.  $T/3$  (Fig. 2a,2b, Fig. 4b) durch die in Strömungsrichtung S2 nachgeschaltete Wellrippe 3 gestört wird, so dass eine erneute Anlaufströmung erzeugt wird, die eine Erhöhung der Wärmeübertragung bewirkt. Auf diese Weise ist auch  
15 bei einem Wärmetauscher 1 mit geringer Tiefe T von beispielsweise 12 bis 20 mm eine hoch effektive Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid FL2 und dem ersten Fluid FL1 gegeben.

20

## Patentansprüche

5

1. Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit Flachrohren (2), die innen von einem ersten Fluid (FL1) durchströmbar sind, die außen mit einem zweiten Fluid (FL2) beaufschlagbar sind, die im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung (S2) des zweiten Fluids (FL2) und parallel zueinander angeordnet sind und die voneinander beabstandet sind und dabei den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid (FL2) ausbilden, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen angeordnet sind, die sich jeweils zwischen benachbarten Flachrohren (2) erstrecken,

10

15

dadurch gekennzeichnet,

dass als Kühlrippen mehrere in Strömungsrichtung (S2) des zweiten Fluids (FL2) hintereinander angeordnete Wellrippen (3) vorgesehen sind, die zueinander seitlich versetzt sind.

20

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Oberflächen (5) der Wellrippen ((3) im Wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung (S2) des zweiten Fluid (FL2) angeordnet sind.

25

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere versetzt zueinander angeordneten Wellrippen (3) gleichartig geformt sind.

30

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,  
dass die Wellrippen (3) Kiemen (7) zur Lenkung des zweiten Fluids (FL2) aufweisen.

- 5
5. Wärmetauscher nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass alle Kiemen (7) eines von zwei Flachrohren (2) begrenzten Rippenabschnitts (4b) gleichsinnig gegenüber der Strömungsrichtung (S2) des zweiten Fluids (FL2) schräg gestellt sind.
- 10
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kiemen (7) zweier versetzt hintereinander angeordneter Rippenabschnitte (4b) gleichsinnig schräg gestellt sind.
- 15
7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwei versetzt hintereinander angeordnete Rippenabschnitte (4b) parallel zueinander sind.
- 20
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rippenabschnitte (4b) senkrecht zu den Flachrohren (2) angeordnet sind.
- 25
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mehrere hintereinander angeordnete Wellrippen (3) aus einem gemeinsamen Band (8) gebildet sind.
- 30

5

## Z u s a m m e n f a s s u n g

10

15

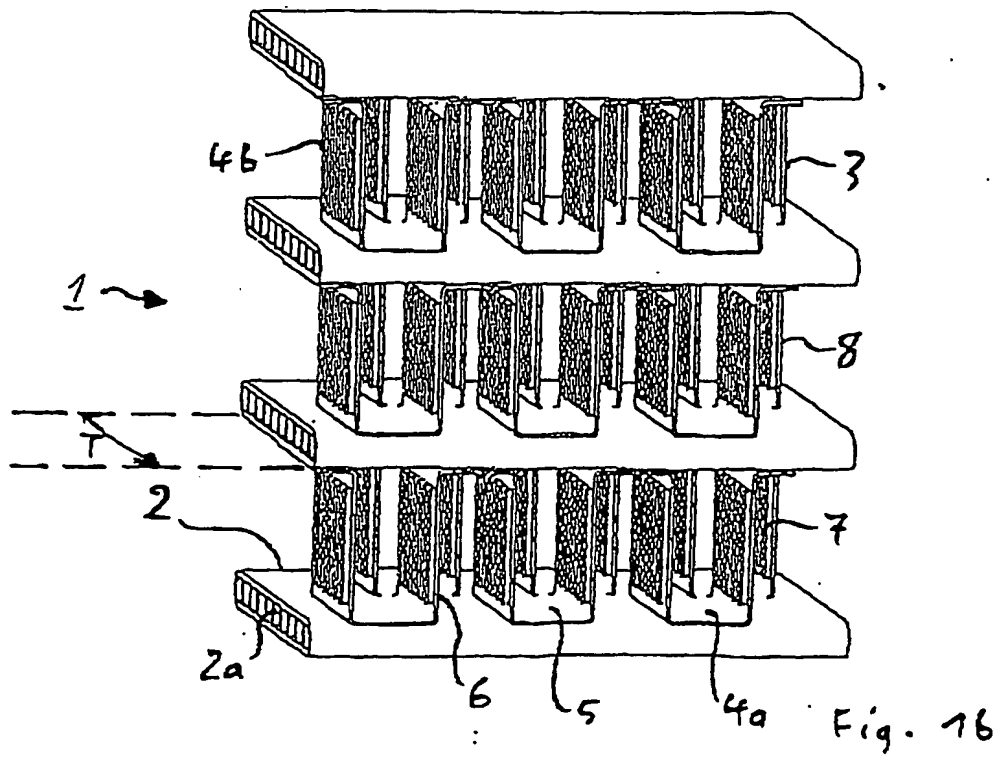
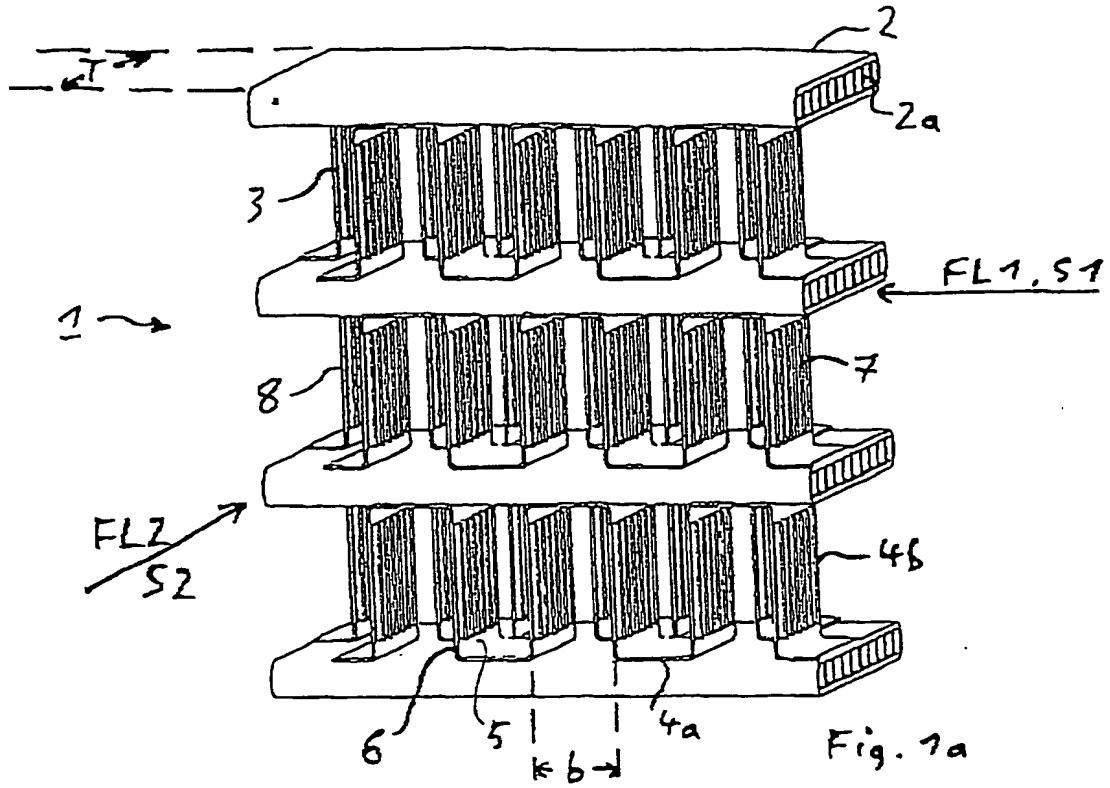
Ein Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, weist Flachrohre auf, die innen von einem ersten Fluid durchströmbar sind und außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind. Die Flachrohre sind im Wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids und parallel zueinander angeordnet sowie derart voneinander beabstandet, dass den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid ausgebildet sind, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen angeordnet sind, die sich jeweils zwischen benachbarten Flachrohren erstrecken. Als Kühlrippen sind mehrere in Strömungsrichtung des zweiten Fluids hintereinander angeordnete Wellrippen vorgesehen, die in Strömungsrichtung des ersten Fluids zueinander versetzt sind.

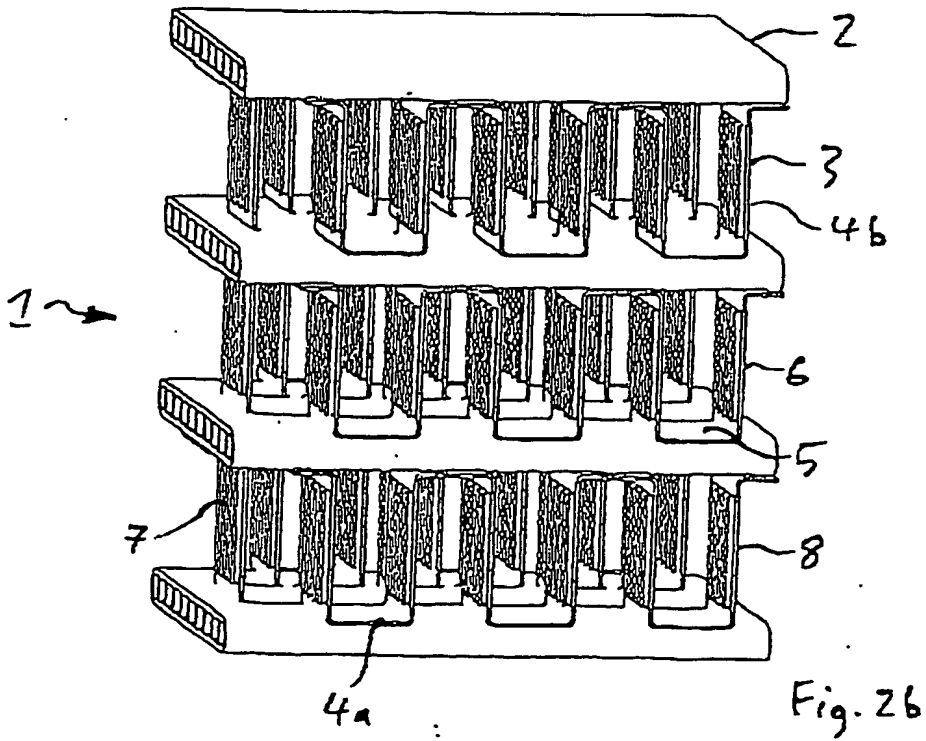
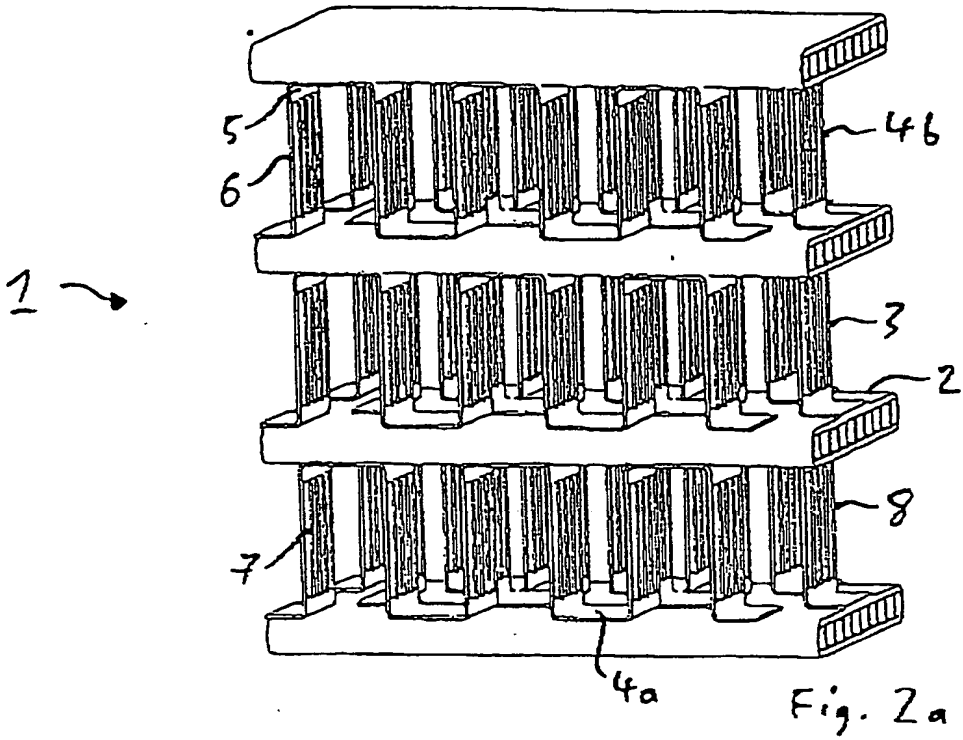
### Bezugszeichenliste

	1	Wärmetauscher
5	2	Flachrohr
	2a	Strömungsleitelement
	2	Wellrippe, Kühlrippe
	4a,b	Rippenabschnitt
	5	Oberfläche
10	6	Stirnfläche
	7	Kieme
	8	Band
	b	Breite
15	FL1	erstes Fluid
	FL2	zweites Fluid
	S1	Strömungsrichtung
	S2	Strömungsrichtung
	T	Tiefe

20

1/3





313

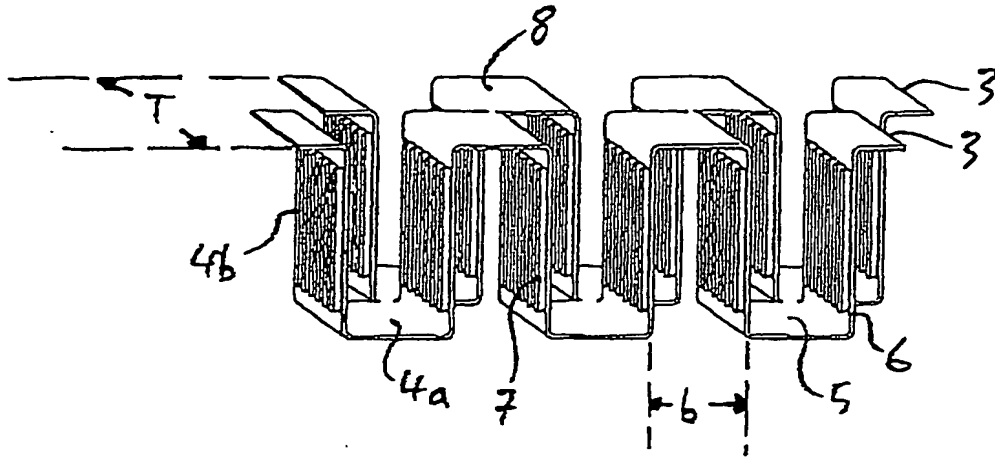


Fig. 3

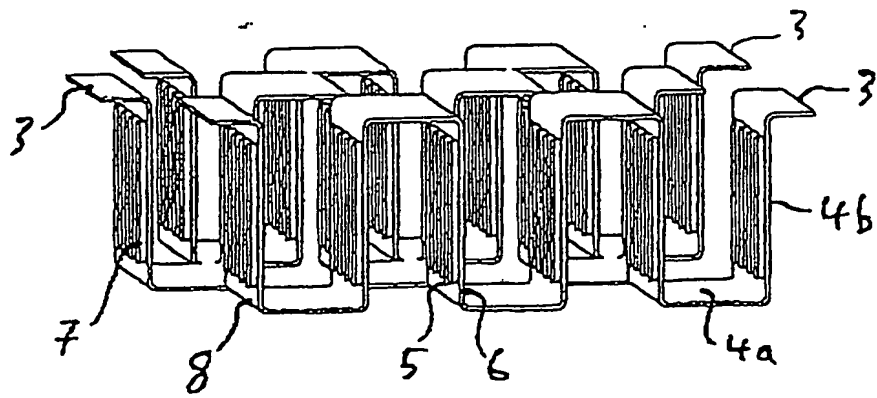


Fig. 4